

DETEKSI KADAR NITROGEN DAN KLOROFIL CITRA DAUN MENGUNAKAN RUANG WARNA HSI

Dody Pernadi

Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat
dody_ernadi@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Unsur hara yang menjadi sumber nutrisi untuk tanaman dapat dideteksi menggunakan daun seperti nitrogen. Nitrogen berfungsi sebagai penyusun protein pada daun. Tanaman yang mendapat suplai nitrogen yang cukup akan memiliki daun yang luas dan memiliki kandungan klorofil yang tinggi. Namun, suplai nitrogen yang berlebih mengakibatkan pertumbuhan vegetatif yang lebat dan tanaman sulit menghasilkan bunga dan buah. Sedangkan, suplai kekurangan suplai nitrogen menyebabkan tanaman menjadi kerdil, daun tanaman kecil, dan daun bagian bawah mati sebelum waktunya. Kandungan terhadap kadar nitrogen dan klorofil salah satunya dapat ditentukan dari citra daun. Penelitian ini akan menentukan tekstur citra daun berdasarkan nilai Gray Level Co-occurrence Matrix berupa nilai contrast, homogeneity, correlation, energy, dan entropy. Penelitian ini juga akan menghitung kadar nitrogen dan kandungan klorofil daun dengan melakukan pencarian nilai tengah (mean) dari tiap komponen warna RGB yang kemudian ditentukan dengan ruang warna HSI. Hasil perhitungan nitrogen kemudian akan diidentifikasi menggunakan support vector machine. Hasil uji coba menunjukkan, tekstur citra daun berhasil diekstraksi menggunakan fitur Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) sehingga menghasilkan nilai contrast, homogeneity, correlation, energy, dan entropy. Perhitungan kandungan nitrogen pada citra daun berhasil dilakukan dengan mengekstraksi ruang warna HSI citra daun. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu petani dalam menentukan kategori jenis pupuk yang tepat untuk suatu tanaman tertentu berdasarkan unsur klorofil dan nitrogennya.. Kandungan Nitrogen mutlak diperlukan petani dalam menentukan jumlah kadar pemupukan dalam satu jenis tanaman.

Kata Kunci: Daun, GLCM, HSI, klorofil, nitrogen.

Abstract

Nutrients which are a source of nutrients for plants can be detected using leaves such as nitrogen. Nitrogen functions as a constituent of proteins in leaves. Plants that get an adequate supply of nitrogen will have broad leaves and have high chlorophyll content. However, an excess supply of nitrogen results in dense vegetative growth and it is difficult for plants to produce flowers and fruit. Meanwhile, the lack of nitrogen supply causes plants to become stunted, small plant leaves, and lower leaves die prematurely. The content of nitrogen and chlorophyll content can be determined from leaf image. This research will determine the texture of the leaf image based on the Gray Level Co-occurrence Matrix value in the form of contrast, homogeneity, correlation, energy, and entropy values. This research will also calculate the nitrogen content and chlorophyll content of leaves by searching for the mean (mean) of each RGB color component which is then determined by the HSI color space. The results of the nitrogen calculation will then be identified using a support vector machine. The trial results show, the texture of the leaf image was successfully extracted using the Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) feature so that it produces contrast, homogeneity, correlation, energy, and entropy values. The calculation of nitrogen content in leaf images was successfully

carried out by extracting the HSI color space of leaf images. The results of this study are expected to assist farmers in determining the appropriate fertilizer species category for a particular crop based on its chlorophyll and nitrogen elements. . Nitrogen content is absolutely necessary for farmers to determine the amount of fertilization in one type of plant.

Keywords : *Leaf, GLCM, HIS, chlorophyll, nitrogen.*

PENDAHULUAN

Salah satu fungsi daun adalah sebagai tempat fotosintesis. Fungsi daun sebagai tempat fotosintesis menandakan bahwa tanaman dapat memproduksi makanannya sendiri. Proses fotosintesis merupakan proses biokimia yang dilakukan pada siang hari dimana proses ini dilakukan oleh klorofil. Klorofil adalah [1] zat yang membentuk warna hijau pada daun yang dilindungi oleh lapisan lilin untuk mencegah penguapan. Kandungan klorofil terdiri atas [1] unsur karbon, nitrogen, hidrogen dan oksigen. Unsur hara yang menjadi sumber nutrisi untuk tanaman dapat dideteksi menggunakan daun seperti nitrogen. Nitrogen berfungsi sebagai penyusun protein pada daun. Tanaman yang mendapat suplai nitrogen yang cukup akan memiliki daun yang luas [2] dan memiliki kandungan klorofil yang tinggi [3]. Namun, suplai nitrogen yang berlebih mengakibatkan pertumbuhan vegetatif yang lebat dan tanaman sulit menghasilkan bunga dan buah. Sedangkan, suplai kekurangan suplai nitrogen menyebabkan tanaman menjadi kerdil[4], daun tanaman kecil, dan daun bagian bawah mati sebelum waktunya. Identifikasi kandungan pada tanaman dilakukan salah satunya dengan ekstraksi fitur

[5]. Penelitian dalam mengevaluasi kandungan klorofil pada citra daun kedelai dilakukan [6] dengan menggunakan multiple regresi linier (MLR), regresi kuadrat parsial (PLS) dan SVM. Peneliti melakukan analisis spektral melalui estimasi kandungan klorofil dalam menggunakan metode analisis spektral kuantitatif dalam memproses citra. Hasil penelitian [6] menunjukkan algoritma mengurangi RMSE yang sesuai (*root mean squared error*) sebesar 3,3% -35,6% dan model linear multivariat dapat menjadi model ideal untuk mengambil informasi klorofil. metode untuk memperkirakan nitrogen dilakukan [7] menggunakan ruang warna RGB. Citra daun yang diambil dipotong untuk mendapatkan area daun yang akan diproses untuk *red channel*, *green channel* dan *blue channel*nya. Pada *blue channel*nya menunjukkan korelasi positif yang signifikan sedangkan pada *green channel* dan *red channel* menunjukkan korelasi negatif. Penelitian yang dilakukan [7] menunjukkan korelasi yang signifikan dengan nitrogen nilai sekitar -0,66 hingga -0,68. Hasil analisis statistik menunjukkan peningkatan koefisien meningkatkan koefisien korelasi sebesar 24 persen menjadi -0,83. Hasil penelitian membantu petani anggur dalam memperkirakan kebutuhan pupuk pada tahap awal. Penelitian

dalam mendeteksi kandungan klorofil dan nitrogen dilakukan pada [8] tanaman Citrus Limon L. Burmf yang didapatkan dari Horticulture Research Station Assam Agriculture.

Jenis tanaman ini dibedakan menjadi *mature leaf*, *immature leaf* dan *tender leaf*. Kandungan klorofil didapatkan dengan menghitung nilai rata rata RGB daun kemudian dikorelasikan dengan nilai Total Chl. Koefisien korelasi pada daun tender memiliki nilai klorofil terbaik [8] dengan nilai $r = -0.8444$, termasuk Imatur dan Mature menghasilkan koefisien korelasi terbaik r dengan nilai $r = -0.5331$ dan nilai $r = 0.7864$. Penelitian dilakukan [9] dalam mendeteksi kekurangan nutrisi pada tanaman. Penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi kekurangan nutrisi pada tanaman melalui gejala visual pada tanaman [9] untuk membantu petani dalam mengambil tindakan korektif cepat melalui strategi pengelolaan nutrisi yang tepat. Penelitian ini melakukan ekstraksi fitur berdasarkan warna dan bentuk.

Penelitian ini menggunakan ruang warna HSV dimana untuk membentuk segmen sesuai dengan warna yang diinginkan maka ditentukan nilai toleransi pada setiap dimensi warna HSV. Nilai toleransi tersebut digunakan dalam perhitungan proses adaptive threshold [10]. Hasil dari proses threshold tersebut akan membentuk segmen area dengan warna sesuai toleransi yang diinginkan.

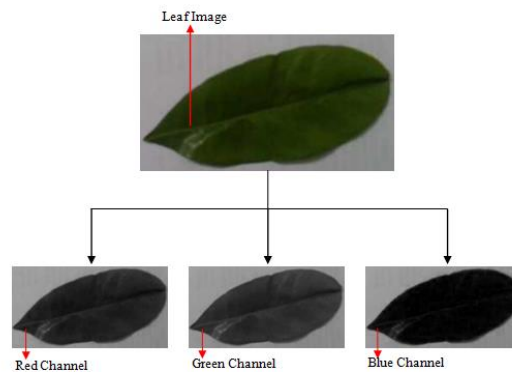
Penelitian ini akan mengimplementasikan penggunaan nilai tekstur citra daun dan ruang warna HSI (*Hue*, *Saturation*, dan *Intensity*) pada penentuan tingkat klorofil dan kadar nitrogen di dalam citra daun. Peneliti menggunakan fitur tekstur citra daun menggunakan Gray Level Co-occurrence Matrix berupa nilai contrast, homogeneity, correlation, energy, dan entropy [11]. Kadar nitrogen daun ditentukan dengan ruang warna HSI dengan menentukan nilai tengah (*mean*) pada setiap komponen daun. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu petani dalam menentukan kategori jenis pupuk yang tepat untuk suatu tanaman tertentu berdasarkan unsur klorofil dan nitrogennya.

METODE PENELITIAN

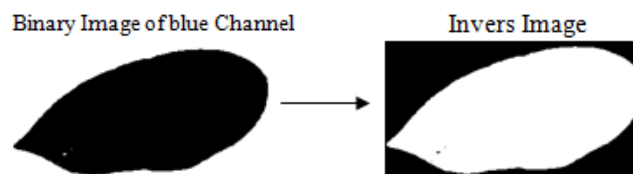
Citra daun yang menjadi masukan pada penelitian ini [12] merupakan citra RGB dengan format .jpg yang memiliki ukuran 640 x 480 piksel. Sebagai contoh uji coba pada penelitian akan digunakan sebanyak 10 kelas tanaman.

Preprocessing Citra Daun

Melakukan ekstraksi saluran RGB ditujukan untuk menyeleksi citra yang akan digunakan pada tahap berikutnya. Hasil dari ekstraksi saluran *Red*, saluran *Green*, dan Saluran *Blue* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Ekstraksi Saluran Citra Daun



Gambar 2. Invers Citra Daun

Gambar 1 terlihat bahwa saturasi dari blue channel pada citra daun paling tepat digunakan pada proses selanjutnya. Berdasarkan hasil ekstraksi saluran biru, kemudian dilakukan proses binerisasi dan proses *invers* citra seperti dapat dilihat pada Gambar 2.

Ekstraksi Ciri Fitur Tekstur Daun

Ekstraksi fitur citra daun dilakukan dengan beberapa tahapan. Tahap awal dimulai dengan menentukan beberapa nilai fitur daun meliputi nilai *contrast*, *homogeneity*, *correlation*, *energy*, dan *entropy*. Kemudian evaluasi kandungan klorofil dan kadar nitrogen pada citra daun dilakukan menggunakan ruang warna HSI. Ekstraksi ciri fitur daun yang dilakukan dengan algoritma berikut:

1. Tentukan nilai *contrast* yang merupakan variasi nilai intensitas lokal dalam matriks *co-occurrence*. Jika nilai kontras pada citra daun rendah, maka tekstur dari citra daun yang diproses halus, sebaliknya jika nilai kontras tinggi maka tekstur dari citra tersebut kasar. Nilai *contrast* pada citra ditentukan menggunakan persamaan 1.

$$Contrast = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} (i-j)^2 P(i,j) \quad (1)$$

2. Tentukan nilai *homogeneity* citra. Tingkat *homogeneity* yang tinggi menandakan bahwa banyak nilai intensitas piksel yang sama sebagai pembentuk struktur tekstur daun. Nilai *homogeneity* ditentukan menggunakan persamaan 2.

$$Homogeneity = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} \frac{P(i,j)}{1+|i-j|} \quad (2)$$

3. Tentukan fitur *correlation* yang merupakan ukuran keterhubungan linear tingkat keabuan antarpiksel pada posisi tertentu pada citra daun. Correlation dihitung menggunakan persamaan 3.

$$Correlation = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} \frac{(i-\mu_x)(j-\mu_y)P(i,j)}{\sigma_x\sigma_y} \quad (3)$$

Pada sudut ganda $\mu_x = \mu_y = \mu$ dan $\sigma_x = \sigma_y = \sigma$ maka di dapat persamaan 4.

$$Correlation = \frac{1}{\sigma^2} \left(\left(\sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} (i \times j) P(i,j) \right) - \mu^2 \right) \quad (4)$$

4. Tentukan tingkat keseragaman tekstur. Jika nilai energi tinggi maka nilai homogenitas tekstur tinggi menggunakan persamaan 5.

$$Energy = \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} (P(i,j))^2 \quad (5)$$

5. Tentukan ukuran tingkat keacakan permukaan tekstur. Jika nilai entropi semakin mendekati satu, maka tekstur semakin kasar. Sebaliknya, jika nilai entropi mendekati nol, maka tekstur semakin halus. Penentuan nilai entropy menggunakan persamaan 6.

$$Entropy = - \sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} P(i,j) \log(P(i,j)) \quad (6)$$

Parameter G menyatakan jumlah level yang digunakan untuk komputasi $P(i, j)$ nilai pasangan piksel i dan j , σ menyatakan variansi, μ rata-rata.

Ekstraksi Ciri Fitur Warna Daun

Ekstraksi ciri warna citra daun dilakukan peneliti menggunakan ruang warna HSI. Ciri warna ini akan digunakan peneliti dalam mengevaluasi kandungan klorofil dan nitrogen dalam sebuah citra daun menggunakan algoritma berikut:

1. Baca citra blue channel hasil ekstraksi pada tahap preprocessing. Jika nilai blue channel kurang dari 90 maka area tersebut adalah daun.
2. Tentukan nilai *mean* pada setiap komponen daun dan dibagi dengan 255.
3. Tentukan nilai maksimal dan minimal diantara nilai tengah tersebut menggunakan persamaan 7.

$$\begin{aligned} \text{maxi} &= \max(\max(R_{av}, G_{av}), B_{av}) \\ \text{mini} &= \min(\min(R_{av}, G_{av}), B_{av}) \end{aligned} \quad (7)$$

Dimana R_{av} merupakan rata-rata nilai komponen red channel, G_{av} merupakan rata-rata nilai komponen green channel dan B_{av} merupakan rata-rata nilai komponen blue channel.

4. Lakukan konversi ruang RGB menjadi ruang HSI dengan menggunakan persamaan 8, 9 dan 10.

$$H = \begin{cases} \left(\frac{(G_{av}-B_{av})}{(\text{maxi}-\text{mini})} \right) * 60 & \text{Jika } \text{maxi} = R_{av} \\ \left(\left(\frac{(B_{av}-R_{av})}{(\text{maxi}-\text{mini})} \right) + 2 \right) * 60 & \text{Jika } \text{maxi} = G_{av} \\ \left(\left(\frac{(R_{av}-G_{av})}{(\text{maxi}-\text{mini})} \right) + 4 \right) * 60 & \text{Jika } \text{maxi} = B_{av} \end{cases} \quad (8)$$

$$S = \frac{(\text{maxi}-\text{mini})}{\text{maxi}} \quad (9)$$

$$I = \max_i \quad (10)$$

Dimana \max_i dan \min_i dihitung menggunakan persamaan (7).

Berdasarkan ekstraksi ciri warna, diperoleh hasil identifikasi berupa nilai kandungan klorofil dan nilai kadar nitrogen pada citra daun. Klorofil merupakan zat hijau pada citra daun. Pada penelitian ini, perhitungan kandungan klorofil dilakukan menggunakan persamaan 11.

$$G = \left(\frac{R}{2}\right) - \left(\frac{B}{2}\right) \quad (11)$$

Konversi HSI pada persamaan (8) hingga (11) digunakan untuk menghitung nilai nitrogen pada citra daun. Perhitungan tersebut menggunakan persamaan 12

$$\text{Nitrogen} = \left(\frac{H-60}{60} + (1 - S) + (1 - I)\right)/3 \quad (12)$$

Dimana H merupakan nilai *hue* yang dihitung dengan persamaan (8), S merupakan nilai saturasi yang dihitung dengan persamaan (9) dan I yang merupakan nilai intensitas yang dihitung dengan persamaan (10).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji coba dilakukan berdasarkan ekstraksi ciri fitur tekstur daun, ekstraksi ciri fitur

warna daun, perhitungan kandungan klorofil, (10) dan perhitungan kadar nitrogen.

Hasil Ekstraksi Ciri Fitur Tekstur Daun

Tabel 1 menunjukkan nilai fitur GLCM dari keseluruhan citra uji dapat di hitung nilainya. Sebagai contoh pada Gambar 3, untuk daun jenis oval memiliki nilai fitur GLCM *contrast* sebesar 46592.8, *homogeneity* sebesar 0.0172762, *corellation* sebesar -0.0197995, *energy* sebesar 1.57724, dan *entropy* sebesar 2.02408.











Hasil Ekstraksi Ciri Fitur Warna Daun

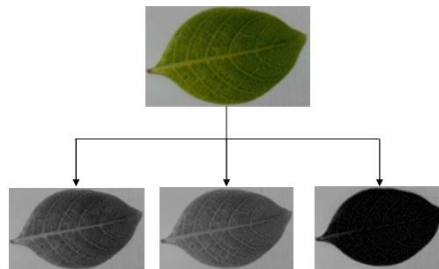
Hasil ekstraksi ciri fitur warna dilakukan menggunakan ruang warna HSI untuk mendapatkan kandungan klorofil dan kadar nitrogen.

Penggunaan ruang warna RGB digunakan untuk melakukan perhitungan kandungan klorofil pada citra daun. Tahap awal perhitungan dilakukan dengan memeriksa komponen B pada ruang warna RGB, jika nilai komponen B kurang dari 90 maka area tersebut adalah daun.


Kemudian, mencari nilai tengah (*mean*) pada setiap komponen warna RGB. Ekstraksi saluran warna yang memiliki nilai saturasi paling tepat untuk proses selanjutnya adalah saluran biru. Hasil ekstraksi saluran merah, hijau, dan saluran biru ditampilkan pada Gambar 3.

Tabel 1. Hasil Ekstraksi Fitur Tekstur

Citra Daun	Fitur				
	<i>Contrast</i>	<i>Homogeneity</i>	<i>Correlation</i>	<i>Energy</i>	<i>Entropy</i>
	37775.4	0.0180858	-0.0776787	5.67723	0.604107
	36433.8	0.0217405	0.0231224	3.59488	0.982146
	57109.3	0.017996	-0.00209426	1.75585	1.7328
	42471.8	0.0281545	0.000828354	0.000503161	0.0915783
	38998.6	0.018845	-0.00757751	3.42742	0.952504
	35523.2	0.0171629	0.0421355	9.66013	0.474265
	38206.2	0.0192973	-0.0850424	3.82656	0.904446
	46592.8	0.0172762	-0.0197995	1.57724	2.02408
	35705.9	0.0188505	-0.0223698	9.9957	0.382828
	36669.2	0.0191942	0.0577128	8.88696	0.418554



Gambar 3. Hasil Ekstraksi Saluran Warna




$$\begin{aligned}
 \text{Chlorophyll} &= 17,4279 - \left(\frac{14,3801}{2} \right) - \left(\frac{2,2069}{2} \right) \\
 &\longrightarrow = 17,4279 - 7,19005 - 1,1035 \\
 &= 9,1344
 \end{aligned}$$

Gambar 4. Hasil Perhitungan Kandungan Klorofil

Hasil Perhitungan Kandungan Klorofil

Kandungan klorofil dihitung berdasarkan parameter warna RGB. Sebelum melakukan perhitungan kandungan klorofil, dilakukan

penentuan nilai tengah (*mean*) dari tiap komponen warna RGB pada citra daun. Sebagai contoh, hasil kandungan klorofil pada citra daun dapat dilihat pada Gambar 4.



$$H = \left(\frac{(0,0087 - 0,0564)}{(0,0684 - 0,0087)} + 2 \right) \times 60$$

$$= 72,0141$$

Gambar 5. Hasil Perhitungan Nilai *Hue*

Hasil Perhitungan Kadar Nitrogen

Kadar nitrogen diperoleh menggunakan ruang warna HSI. Sebelum menentukan nilai HSI dibutuhkan nilai rata-rata dari nilai komponen warna RGB. Sehingga didapat nilai rata-rata komponen warna R (merah) sebesar 0.0564, G (hijau) sebesar 0.0683, dan B (biru) sebesar 0.0087. Selanjutnya, ditentukan nilai maksimal dan minimal yang digunakan untuk proses berikutnya. Berdasarkan citra daun yang digunakan untuk pengujian didapat nilai maksimal sebesar 0.0683, dan nilai minimal sebesar 0.0087. Proses selanjutnya adalah mencari nilai H pada ruang warna HSI. Sebagai contoh, hasil perhitungan kadar nitrogen pada citra daun dapat dilihat pada Gambar 5.

Nilai S dan I pada ruang warna HSI menggunakan persamaan 9 dan 10 didapat hasil nilai S sebesar 0,8734 dan nilai I sebesar 0,0684, sedangkan nilai kadar nitrogen didapat berdasarkan persamaan 12 dan didapatkan hasil sebesar 0,41951.

KESIMPULAN DAN SARAN

Preprocessing terhadap sejumlah citra daun berhasil dilakukan. Hasil *preprocessing*

ini digunakan untuk tahap ekstraksi. Bentuk citra daun berhasil diekstraksi dengan mengimplementasikan metode *convex hull*, *zernike moments* dan *moment invariants* (hu). Metode ini melakukan ekstraksi berdasarkan fitur *aspect ratio*, *rectangularity*, *convex area ratio*, *eccentricity*, *diameter*, *form factor*, *narrow factor*, *perimeter ratio*, *solidity*, *circularity*, dan *irregularity*. Tekstur citra daun berhasil diekstraksi menggunakan fitur *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) sehingga menghasilkan nilai *contrast*, *homogeneity*, *correlation*, *energy*, dan *entropy*. Perhitungan kandungan nitrogen pada citra daun berhasil dilakukan dengan mengekstraksi ruang warna HSI citra daun. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menggunakan *machine learning* lain untuk membentuk *training set* dan *testing set* yang lain. Selain itu, Citra daun yang dapat digunakan sebagai masukan memiliki ukuran selain 640x480 piksel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Croft H, Chen JM, and Zhang Y, "Temporal disparity in leaf chlorophyll content and leaf area index across a

- growing season in a temperate deciduous forest”, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 33: 312–320, 2014.
- [2] P. Karthika, R. Hema karthika, N. Jayachandra, E. Joice rathinam, “Estimation of chlorophyll content in papaya leaf using mathematical operations”, *International journal of computer applications*, ISSN. 0975-8887, pp-6-11, January 2014.
- [3] Agrios GN, “Plant Pathology”, Fifth edition. New York (US): Elsevier Academic Pr. 2005.
- [4] Farshad Vesali, Mahmoud Omid, Amy Kaleita, Hossein Mobli, “Development of an android app to estimate chlorophyll content of corn leaves based on contact imaging”, *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 116, 2015, Pages 211-220, ISSN 0168-1699, 2015.
- [5] Yeni Herdiyeni, Elis N Herliyana, "Leaf Morphological Feature Extraction of Digital Image Anthocephalus Cadamba", *TELKOMNIKA*, Vol.14, No.2, June 2016.
- [6] Bo Liu, Yue-Min Yue, Ru Li, Wen-Jing Shen, and Ke-Lin Wang, “Plant Leaf Chlorophyll Content Retrieval Based on a Field Imaging Spectroscopy System”, *Sensors Journal*, Pp. 19910-19925, ISSN 1424-8220, October 2014.
- [7] Anup Vibhute & S.K. Bodhe, "Color Image Processing Approach For Nitrogen Estimation Of Vineyard", *International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR)*, ISSN 2250-0057, Vol. 3, Issue 3, Aug 2013.
- [8] Utpal Barman, Ridip Dev Choudhury, Arunav Saud, Sushmita Dey, Bijon Kumar Dey, Barna Pratim Medhi and Golap Gunjan Barman, “Estimation Of Chlorophyll Using Image Processing”, *International Journal of Recent Scientific Research Research*, Vol. 9, Issue, 3(C), pp. 24850-24853, March 2018.
- [9] Leena N, K.K Saju, "Classification of Macronutrient Deficiencies in Maize Plant Using Machine Learning", *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, Vol. 8, No. 6, December 2018.
- [10] Ahsan M, M Dzulkifli, “Features Extraction for Object Detection Based on Interest Point”, *TELKOMNIKA Telecommunication, Computing, Electronics and Control*, 11: 2716-2722, 2013.
- [11] Gonzalez R, Woods, R, *Digital Image Processing*, Third edition. New Jersey, USA: Pearson Prentice Hall. 2008.
- [12] Leaf Image Dataset from GitHub. Source: <https://github.com/sahilsobti>. access Date February 21 2019.